

Document made available under the Patent Cooperation Treaty (PCT)

International application number: PCT/JP05/013366

International filing date: 21 July 2005 (21.07.2005)

Document type: Certified copy of priority document

Document details: Country/Office: JP
Number: 2004-214809
Filing date: 22 July 2004 (22.07.2004)

Date of receipt at the International Bureau: 29 September 2005 (29.09.2005)

Remark: Priority document submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b)



World Intellectual Property Organization (WIPO) - Geneva, Switzerland
Organisation Mondiale de la Propriété Intellectuelle (OMPI) - Genève, Suisse

日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日
Date of Application: 2004年 7月22日

出 願 番 号
Application Number: 特願2004-214809

パリ条約による外国への出願
に用いる優先権の主張の基礎
となる出願の国コードと出願
番号

J P 2004-214809

The country code and number
of your priority application,
to be used for filing abroad
under the Paris Convention, is

出 願 人
Applicant(s): 日本電信電話株式会社

2005年 9月 7日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office.

中 嶋



【書類名】	特許願
【整理番号】	NTTH165579
【提出日】	平成16年 7月22日
【あて先】	特許庁長官 殿
【国際特許分類】	H04B 10/12 H04N 7/22
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
【氏名】	菊島 浩二
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
【氏名】	池田 智
【発明者】	
【住所又は居所】	東京都千代田区大手町二丁目3番1号 日本電信電話株式会社内
【氏名】	森田 章弘
【特許出願人】	
【識別番号】	000004226
【氏名又は名称】	日本電信電話株式会社
【代理人】	
【識別番号】	100077481
【弁理士】	
【氏名又は名称】	谷 義一
【選任した代理人】	
【識別番号】	100088915
【弁理士】	
【氏名又は名称】	阿部 和夫
【手数料の表示】	
【予納台帳番号】	013424
【納付金額】	16,000円
【提出物件の目録】	
【物件名】	特許請求の範囲 1
【物件名】	明細書 1
【物件名】	図面 1
【物件名】	要約書 1
【包括委任状番号】	9701393

【書類名】特許請求の範囲

【請求項 1】

周波数多重された第 1 の信号と、該第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを光信号として伝送する光信号送信装置において、

前記第 1 の信号を一括して周波数変調する F M 一括変換器と、

前記 F M 一括変換器により周波数変調された F M 一括変換信号と前記第 2 の信号とを周波数多重する周波数多重手段と、

前記周波数多重手段により周波数多重された信号によって光信号を強度変調する光送信器と

を備え、

前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定したことを特徴とする光信号送信装置。

【請求項 2】

周波数多重された第 1 の信号と、該第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを光信号として伝送する光信号送信装置において、

前記第 1 の信号を一括して周波数変調する F M 一括変換器と、

前記 F M 一括変換器により周波数変調された F M 一括変換信号によって光信号を強度変調する第 1 の光送信器と、

前記第 2 の信号によって光信号を強度変調する第 2 の光送信器と、

前記第 1 の光送信器からの光信号と前記第 2 の光送信器からの光信号とを合波する光合波器と

を備え、

前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定したことを特徴とする光信号送信装置。

【請求項 3】

前記第 2 の光送信器からの光信号の波長と前記第 1 の光送信器からの光信号の波長とは、干渉雑音が低減されるように離間して設定されたことを特徴とする請求項 2 に記載の光信号送信装置。

【請求項 4】

周波数多重された第 1 の信号と、該第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを光信号として伝送する光信号送信装置において、

前記第 1 の信号を一括して周波数変調する F M 一括変換器と、

前記 F M 一括変換器により周波数変調された F M 一括変換信号によって光信号を強度変調する光送信器と、

前記光送信器により強度変調された光信号を前記第 2 の信号によってさらに強度変調する外部変調器と

を備え、

前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定したことを特徴とする光信号送信装置。

【請求項 5】

周波数多重された第 1 の信号と、該第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを光信号として伝送する光信号送信装置において、

前記第 1 の信号を一括して周波数変調する F M 一括変換器と、

前記第 2 の信号によって光信号を強度変調する光送信器と、

前記光送信器により強度変調された光信号を前記 F M 一括変換器により周波数変調された F M 一括変換信号によってさらに強度変調する外部変調器と

を備え、

前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定したことを特徴とする光信号送信装置。

【請求項6】

周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を受信する光信号受信装置において、

前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信装置は、

前記受信した光信号を電気信号に変換する光受信器と、

前記変換された電気信号に含まれる前記F M一括変換信号を通過させる第1のフィルタと、

前記変換された電気信号に含まれる前記第2の信号を通過させる第2のフィルタと、

前記第1のフィルタを通過した前記F M一括変換信号を前記第1の信号に復調するF M復調器と

を備えたことを特徴とする光信号受信装置。

【請求項7】

周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を受信する光信号受信装置において、

前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信装置は、

前記受信した光信号を電気信号に変換する光受信器と、

前記変換された電気信号に含まれる前記F M一括変換信号を選択的に増幅する第1の増幅器と、

前記変換された電気信号に含まれる前記第2の信号を選択的に増幅する第2の増幅器と

、
前記第1の増幅器により増幅された前記F M一括変換信号を前記第1の信号に復調するF M復調器と

を備えたことを特徴とする光信号受信装置。

【請求項8】

周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を受信する光信号受信装置において、

前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信装置は、

前記受信した光信号を電気信号に変換する光受信器と、

前記変換された電気信号に含まれる前記F M一括変換信号を前記第1の信号に復調するF M復調器と、

前記変換された電気信号に含まれる前記第2の信号をダウンコンバートして出力するダウンコンバータと、

を備えたことを特徴とする光信号受信装置。

【請求項9】

請求項1から5のいずれか1項に記載の光信号送信装置と、

請求項6から8のいずれか1項に記載の光信号受信装置と

を備えたことを特徴とする光信号伝送システム。

【請求項10】

周波数多重された第 1 の信号を一括して周波数変調して得た F M 一括変換信号と、前記第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを含む光信号を送出する光信号中継装置において、

前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、

前記光信号中継装置は、前記 F M 一括変換信号を含む光信号と、前記第 2 の信号を含む光信号とを合波する光合波器を備えたことを特徴とする光信号中継装置。

【請求項 11】

前記第 2 の信号を含む光信号の波長と前記 F M 一括変換信号を含む光信号の波長とは、干渉雑音が低減されるように離間して設定されたことを特徴とする請求項 10 に記載の光信号中継装置。

【請求項 12】

周波数多重された第 1 の信号を一括して周波数変調して得た F M 一括変換信号と、前記第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを含む光信号を送出する光信号中継装置において、

前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、

前記光信号中継装置は、前記 F M 一括変換信号を含む光信号を、前記第 2 の信号によって強度変調する外部変調器を備えたことを特徴とする光信号中継装置。

【請求項 13】

周波数多重された第 1 の信号を一括して周波数変調して得た F M 一括変換信号と、前記第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを含む光信号を送出する光信号中継装置において、

前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、

前記光信号中継装置は、前記第 2 の信号を含む光信号を、前記 F M 一括変換信号によって強度変調する外部変調器を備えたことを特徴とする光信号中継装置。

【請求項 14】

請求項 10 から 13 のいずれか 1 項に記載の光信号中継装置と、

請求項 6 から 8 のいずれか 1 項に記載の光信号受信装置と

を備えたことを特徴とする光信号伝送システム。

【請求項 15】

周波数多重された第 1 の信号と、該第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを光信号として伝送するための光信号送信方法であって、

前記第 1 の信号を一括して周波数変調して F M 一括変換信号を得るステップと、

前記周波数変調された F M 一括変換信号と前記第 2 の信号とを周波数多重するステップと、

前記周波数多重された信号によって光信号を強度変調するステップとを含み、

前記周波数変調して F M 一括変換信号を得るステップにおいて、前記 F M 一括変換信号の中心周波数を、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定することを特徴とする光信号送信方法。

【請求項 16】

周波数多重された第 1 の信号と、該第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを光信号として伝送するための光信号送信方法であって、

前記第 1 の信号を一括して周波数変調して F M 一括変換信号を得るステップと、

前記周波数変調されたF M一括変換信号によって光信号を強度変調するステップと、
前記第2の信号によって光信号を強度変調するステップと、
前記F M一括変換信号によって強度変調された光信号と前記第2の信号によって強度変調された光信号とを合波するステップと
を含み、

前記周波数変調してF M一括変換信号を得るステップにおいて、前記F M一括変換信号の中心周波数を、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定することを特徴とする光信号送信方法。

【請求項17】

前記合波するステップにおいて、前記第2の信号によって強度変調された光信号の波長と前記F M一括変換信号によって強度変調された光信号の波長とは、干渉雑音が低減されるように離間して設定されることを特徴とする請求項16に記載の光信号送信方法。

【請求項18】

周波数多重された第1の信号と、該第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを光信号として伝送するための光信号送信方法であって、

前記第1の信号を一括して周波数変調してF M一括変換信号を得るステップと、

前記周波数変調されたF M一括変換信号によって光信号を強度変調するステップと、

前記強度変調された光信号をさらに前記第2の信号によって強度変調するステップと
を含み、

前記周波数変調してF M一括変換信号を得るステップにおいて、前記F M一括変換信号の中心周波数を、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定することを特徴とする光信号送信方法。

【請求項19】

周波数多重された第1の信号と、該第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを光信号として伝送するための光信号送信方法であって、

前記第1の信号を一括して周波数変調してF M一括変換信号を得るステップと、

前記第2の信号によって光信号を強度変調するステップと、

前記強度変調された光信号を前記周波数変調されたF M一括変換信号によってさらに強度変調するステップと

を含み、

前記周波数変調してF M一括変換信号を得るステップにおいて、前記F M一括変換信号の中心周波数を、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定することを特徴とする光信号送信方法。

【請求項20】

周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を受信するための光信号受信方法であって、

前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信方法は、

前記受信した光信号を電気信号に変換するステップと、

前記変換された電気信号に含まれる前記F M一括変換信号を選択的に通過させるステップと、

前記変換された電気信号に含まれる前記第2の信号を選択的に通過させるステップと、

前記選択的に通過させたF M一括変換信号を前記第1の信号に復調するステップと

を含むことを特徴とする光信号受信方法。

【請求項21】

周波数多重された第１の信号を一括して周波数変調して得たＦＭ一括変換信号と、前記第１の信号とは周波数の異なる第２の信号とを含む光信号を受信するための光信号受信方法であって、

前記ＦＭ一括変換信号の中心周波数は、前記第２の信号の中心周波数から、前記ＦＭ一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第２の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信方法は、

前記受信した光信号を電気信号に変換するステップと、

前記変換された電気信号に含まれる前記ＦＭ一括変換信号を選択的に増幅するステップと、

前記変換された電気信号に含まれる前記第２の信号を選択的に増幅するステップと、

前記選択的に増幅したＦＭ一括変換信号を前記第１の信号に復調するステップと

を含むことを特徴とする光信号受信方法。

【請求項２２】

周波数多重された第１の信号を一括して周波数変調して得たＦＭ一括変換信号と、前記第１の信号とは周波数の異なる第２の信号とを含む光信号を受信するための光信号受信方法であって、

前記ＦＭ一括変換信号の中心周波数は、前記第２の信号の中心周波数から、前記ＦＭ一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第２の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信方法は、

前記受信した光信号を電気信号に変換するステップと、

前記変換された電気信号に含まれる前記ＦＭ一括変換信号を前記第１の信号に復調するステップと、

前記変換された電気信号に含まれる前記第２の信号をダウンコンバートするステップとを含むことを特徴とする光信号受信方法。

【請求項２３】

請求項１５から１９のいずれか１項に記載の光信号送信方法と、

請求項２０から２２のいずれか１項に記載の光信号受信方法と

を含むことを特徴とする光信号伝送方法。

【請求項２４】

周波数多重された第１の信号を一括して周波数変調して得たＦＭ一括変換信号と、前記第１の信号とは周波数の異なる第２の信号とを含む光信号を送出する光信号中継方法であって、

前記ＦＭ一括変換信号の中心周波数は、前記第２の信号の中心周波数から、前記ＦＭ一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第２の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、

前記光信号中継方法は、前記ＦＭ一括変換信号を含む光信号と、前記第２の信号を含む光信号とを合波するステップを含むことを特徴とする光信号中継方法。

【請求項２５】

前記第２の信号を含む光信号の波長と前記第ＦＭ一括変換信号を含む光信号の波長とは、干渉雑音が低減されるように離間して設定されることを特徴とする請求項２４に記載の光信号中継方法。

【請求項２６】

周波数多重された第１の信号を一括して周波数変調して得たＦＭ一括変換信号と、前記第１の信号とは周波数の異なる第２の信号とを含む光信号を送出する光信号中継方法であって、

前記ＦＭ一括変換信号の中心周波数は、前記第２の信号の中心周波数から、前記ＦＭ一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第２の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、

前記光信号中継方法は、前記ＦＭ一括変換信号を含む光信号を、前記第２の信号によって強度変調するステップを含むことを特徴とする光信号中継方法。

【請求項 27】

周波数多重された第 1 の信号を一括して周波数変調して得た F M 一括変換信号と、前記第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを含む光信号を送出する光信号中継方法であって、

前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、

前記光信号中継方法は、前記第 2 の信号を含む光信号を、前記 F M 一括変換信号によって強度変調するステップを含むことを特徴とする光信号中継方法。

【請求項 28】

請求項 24 から 27 のいずれか 1 項に記載の光信号中継方法と、

請求項 20 から 22 のいずれか 1 項に記載の光信号受信方法とを含むことを特徴とする光信号伝送方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】光信号伝送のための装置、システムおよび方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、光信号による広帯域信号の伝送に関する。具体的には、周波数多重された第1の信号と、第2の信号とを同時に同一の光ファイバで伝送する技術に関する。特に、ケーブルテレビジョン（CATV）等の映像信号と、BSもしくはCS衛星放送等の映像信号とを同一の光ファイバ伝送路上で伝送する技術に関する。

【背景技術】

【0002】

昨今の光ファイバによるブロードバンド化の進展に伴い、光ファイバの広帯域性を活用した様々なサービスの提供が期待されている。そのようなサービスの1つとして、多チャネルの映像信号の提供が期待され、光ファイバによる効率的な伝送方式の開発が望まれている。

【0003】

ケーブルテレビジョン（CATV）などの映像伝送システムでは、VHF帯及びUHF帯の地上波映像信号の他、様々な多チャネル映像信号を90～770MHzの周波数帯域内で周波数分割多重して伝送する方式が用いられている。この方式で、BSもしくはCS（BS/CS）衛星放送の映像信号も合わせて伝送する場合には、BS/CS信号の周波数を90～770MHzのCATV信号の周波数帯域内に変換して伝送する方法が考えられる。

【0004】

BS/CS衛星放送の映像信号の元の周波数は、衛星から放射される空中波における無線周波数（RF：Radio Frequency）であり、通常、11.7～12.8GHzである。一般的には、このRF信号をBS/CSアンテナで受信し、BS/CSコンバータで中間周波数（IF：Intermediate Frequency）に変換し、1030～2070MHzの信号を得る。この信号は、帯域幅が約1040MHzあるので、そのままではCATVの周波数帯域90～770MHzでは伝送できない。従って、BS/CS信号の全ての帯域を伝送するには、BS/CS衛星放送の映像信号の元の変調形式、すなわちFM、TC8PSK、QPSK、あるいはBPSKなどで変調されている映像信号を変調し直して、AM-VSBやQAMなどに変換し、帯域幅を圧縮する必要がある。

【0005】

しかし、BS/CS信号を90～770MHzのCATV信号の周波数帯域に圧縮して周波数変換すると、市販のBS/CSチューナを使用することができなくなるという問題がある。市販のBS/CSチューナの入力周波数は、一般に、IF周波数帯（1030～2070MHz）であり、昨今では、テレビなどにBS/CSチューナが内蔵されることも多くなっている。そのため、このIF周波数で、加入者にBSまたはCSの映像信号を提供することが望まれる。

【0006】

光ファイバ伝送路で90～770MHzのCATV信号を伝送する方法として、レーザー光をこのCATV信号で強度変調（Intensity Modulation）して伝送する方法が知られており、ITU標準J. 186として勧告されている（非特許文献1）。

【0007】

光ファイバの適用により、90～770MHzのCATV信号を超えるさらなる広帯域伝送が可能である。具体的には、BS/CS信号のIF周波数帯（1030～2070MHz）をCATV信号の周波数帯（90～770MHz）と周波数多重することが可能となる。この場合、全体での周波数帯域は、90～2070MHzとなり、加入者に対してCATVの映像信号だけでなく、BSもしくはCSの映像信号も提供することができるよ

うになる。

【0008】

【特許文献1】特許第2700622号公報

【特許文献2】特許第3371355号公報

【特許文献3】特許第3339031号公報

【非特許文献1】ITU-T Recommendations J.186 (02/2002), Transmission equipment for multi-channel television signals over optical access networks by sub-carrier multiplexing (SCM)

【非特許文献2】ITU-T Recommendations J.185 (02/2002), Transmission equipment for transferring multi-channel television signals over optical access networks by FM conversion

【非特許文献3】柴田他著、「FM一括変換方式を用いた光映像分配システム」、電子情報通信学会論文誌B、Vol. J. 83-B, No. 7, pp. 948-959, 2000年7月

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

しかし、このような強度変調による伝送方式は、本来、受光感度が悪いという問題があった。そこで、90～770MHzのCATV信号を中心周波数約3GHz、占有周波数帯域幅6GHz、すなわち、占有周波数0～6GHzという広帯域の周波数変調信号に一括して変換して伝送する方式、すなわち、FM一括変換方式が発明された（特許文献1および特許文献2）。この方式によれば、広帯域利得があるので、受信感度を向上させることができる（非特許文献3）。なお、この方式は、ITUにおいて、標準化されている（非特許文献2）。

【0010】

ところが、このFM一括変換方式をITU標準に準拠して、CATV信号とBS/CS信号を周波数多重すると問題が生じる。具体的には、CATV信号をFM一括変換して出力される周波数変調信号（以下、「FM一括変換信号」ともいう）は、0～6GHz帯域の周波数を占有する。他方、BS/CS信号のIF周波数帯は、1030～2070MHzであり、FM一括変換信号の周波数帯（0～6GHz）と重なってしまうという問題がある。

【0011】

FM一括変換信号（0～6GHz）とBS/CS信号のIF周波数帯（1030～2070MHz）とに、別々の光波長を割り当てる方法も考えられる。すなわち、2波を割り当てる方法である。しかしながら、この方法では、各受信機に2個のフォトダイオード（PD）またはアバランシェフォトダイオード（APD）などの受光素子が必要となり、回路部品が増えるばかりか、全体として高価になるという問題がある。この方法の構成例を図1に示す。

【0012】

また、これまで、1つの波長で、2つの信号、すなわち第1の信号（例えばFM一括変換信号）と第2の信号を伝送する方式として、これら2つの信号を周波数分割多重して伝送する方式が提案されている（特許文献3）。この特許文献3の方法により、FM一括変換器（0～6GHz）を第1の信号とし、BS/CSのIF信号（1030～2070MHz）を第2の信号として、周波数が重ならないように周波数多重すると、FM一括変換信号の中心周波数は、5.07GHz以上に設定しなければならない。FM一括変換信号の周波数は、中心周波数を例えば5.07GHzに設定すると、2.07～8.07GHzとなる。この場合、FM一括変換信号を復調するFM復調器の動作周波数は、8GHz以上の高速動作が要求され、従来の6GHz程度のFM復調器が使用できないという問題がある。

【0013】

本発明は、このような問題に鑑みてなされたもので、その目的とするところは、F M一括変換されたF M一括変換信号と、その他の信号を同一光ファイバ伝送路上で伝送する装置、システムおよび方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0014】

本発明は、上述の目的を達成するためになされたもので、請求項1に記載の発明は、周波数多重された第1の信号と、該第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを光信号として伝送する光信号送信装置において、前記第1の信号を一括して周波数変調するF M一括変換器と、前記F M一括変換器により周波数変調されたF M一括変換信号と前記第2の信号とを周波数多重する周波数多重手段と、前記周波数多重手段により周波数多重された信号によって光信号を強度変調する光送信器とを備え、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定したことを特徴とする。

【0015】

また、請求項2に記載の発明は、周波数多重された第1の信号と、該第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを光信号として伝送する光信号送信装置において、前記第1の信号を一括して周波数変調するF M一括変換器と、前記F M一括変換器により周波数変調されたF M一括変換信号によって光信号を強度変調する第1の光送信器と、前記第2の信号によって光信号を強度変調する第2の光送信器と、前記第1の光送信器からの光信号と前記第2の光送信器からの光信号とを合波する光合波器とを備え、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定したことを特徴とする。

【0016】

また、請求項3に記載の発明は、請求項2に記載の光信号送信装置において、前記第2の光送信器からの光信号の波長と前記第1の光送信器からの光信号の波長とは、干渉雑音が低減されるように離間して設定されたことを特徴とする。

【0017】

また、請求項4に記載の発明は、周波数多重された第1の信号と、該第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを光信号として伝送する光信号送信装置において、前記第1の信号を一括して周波数変調するF M一括変換器と、前記F M一括変換器により周波数変調されたF M一括変換信号によって光信号を強度変調する光送信器と、前記光送信器により強度変調された光信号を前記第2の信号によってさらに強度変調する外部変調器とを備え、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定したことを特徴とする。

【0018】

また、請求項5に記載の発明は、周波数多重された第1の信号と、該第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを光信号として伝送する光信号送信装置において、前記第1の信号を一括して周波数変調するF M一括変換器と、前記第2の信号によって光信号を強度変調する光送信器と、前記光送信器により強度変調された光信号を前記F M一括変換器により周波数変調されたF M一括変換信号によってさらに強度変調する外部変調器とを備え、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定したことを特徴とする。

【0019】

また、請求項6に記載の発明は、周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を受信する光信号受信装置において、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2

の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信装置は、前記受信した光信号を電気信号に変換する光受信器と、前記変換された電気信号に含まれる前記F M一括変換信号を通過させる第1のフィルタと、前記変換された電気信号に含まれる前記第2の信号を通過させる第2のフィルタと、前記第1のフィルタを通過した前記F M一括変換信号を前記第1の信号に復調するF M復調器とを備えたことを特徴とする。

【0020】

また、請求項7に記載の発明は、周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を受信する光信号受信装置において、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信装置は、前記受信した光信号を電気信号に変換する光受信器と、前記変換された電気信号に含まれる前記F M一括変換信号を選択的に増幅する第1の増幅器と、前記変換された電気信号に含まれる前記第2の信号を選択的に増幅する第2の増幅器と、前記第1の増幅器により増幅された前記F M一括変換信号を前記第1の信号に復調するF M復調器とを備えたことを特徴とする。

【0021】

また、請求項8に記載の発明は、周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を受信する光信号受信装置において、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信装置は、前記受信した光信号を電気信号に変換する光受信器と、前記変換された電気信号に含まれる前記F M一括変換信号を前記第1の信号に復調するF M復調器と、前記変換された電気信号に含まれる前記第2の信号をダウンコンバートして出力するダウンコンバータと、を備えたことを特徴とする。

【0022】

また、請求項9に記載の発明は、光信号伝送システムであって、請求項1から5のいずれか1項に記載の光信号送信装置と、請求項6から8のいずれか1項に記載の光信号受信装置とを備えたことを特徴とする。

【0023】

また、請求項10に記載の発明は、周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を送出する光信号中継装置において、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号中継装置は、前記F M一括変換信号を含む光信号と、前記第2の信号を含む光信号とを合波する光合波器を備えたことを特徴とする。

【0024】

また、請求項11に記載の発明は、請求項10に記載の光信号中継装置であって、前記第2の信号を含む光信号の波長と前記F M一括変換信号を含む光信号の波長とは、干渉雑音が低減されるように離間して設定されたことを特徴とする。

【0025】

また、請求項12に記載の発明は、周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を送出する光信号中継装置において、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号中

継装置は、前記F M一括変換信号を含む光信号を、前記第2の信号によって強度変調する外部変調器を備えたことを特徴とする。

【0026】

また、請求項13に記載の発明は、周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を送出する光信号中継装置において、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号中継装置は、前記第2の信号を含む光信号を、前記F M一括変換信号によって強度変調する外部変調器を備えたことを特徴とする。

【0027】

また、請求項14に記載の発明は、光信号伝送システムであって、請求項10から13のいずれか1項に記載の光信号中継装置と、請求項6から8のいずれか1項に記載の光信号受信装置とを備えたことを特徴とする。

【0028】

また、請求項15に記載の発明は、周波数多重された第1の信号と、該第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを光信号として伝送するための光信号送信方法であって、前記第1の信号を一括して周波数変調してF M一括変換信号を得るステップと、前記周波数変調されたF M一括変換信号と前記第2の信号とを周波数多重するステップと、前記周波数多重された信号によって光信号を強度変調するステップとを含み、前記周波数変調してF M一括変換信号を得るステップにおいて、前記F M一括変換信号の中心周波数を、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定することを特徴とする。

【0029】

また、請求項16に記載の発明は、周波数多重された第1の信号と、該第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを光信号として伝送するための光信号送信方法であって、前記第1の信号を一括して周波数変調してF M一括変換信号を得るステップと、前記周波数変調されたF M一括変換信号によって光信号を強度変調するステップと、前記第2の信号によって光信号を強度変調するステップと、前記F M一括変換信号によって強度変調された光信号と前記第2の信号によって強度変調された光信号とを合波するステップとを含み、前記周波数変調してF M一括変換信号を得るステップにおいて、前記F M一括変換信号の中心周波数を、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定することを特徴とする。

【0030】

また、請求項17に記載の発明は、請求項16に記載の光信号送信方法であって、前記合波するステップにおいて、前記第2の信号によって強度変調された光信号の波長と前記F M一括変換信号によって強度変調された光信号の波長とは、干渉雑音が低減されるように離間して設定されることを特徴とする。

【0031】

また、請求項18に記載の発明は、周波数多重された第1の信号と、該第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを光信号として伝送するための光信号送信方法であって、前記第1の信号を一括して周波数変調してF M一括変換信号を得るステップと、前記周波数変調されたF M一括変換信号によって光信号を強度変調するステップと、前記強度変調された光信号をさらに前記第2の信号によって強度変調するステップとを含み、前記周波数変調してF M一括変換信号を得るステップにおいて、前記F M一括変換信号の中心周波数を、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定することを特徴とする。

【0032】

また、請求項 19 に記載の発明は、周波数多重された第 1 の信号と、該第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを光信号として伝送するための光信号送信方法であって、前記第 1 の信号を一括して周波数変調して F M 一括変換信号を得るステップと、前記第 2 の信号によって光信号を強度変調するステップと、前記強度変調された光信号を前記周波数変調された F M 一括変換信号によってさらに強度変調するステップとを含み、前記周波数変調して F M 一括変換信号を得るステップにおいて、前記 F M 一括変換信号の中心周波数を、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定することを特徴とする。

【0033】

また、請求項 20 に記載の発明は、周波数多重された第 1 の信号を一括して周波数変調して得た F M 一括変換信号と、前記第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを含む光信号を受信するための光信号受信方法であって、前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信方法は、前記受信した光信号を電気信号に変換するステップと、前記変換された電気信号に含まれる前記 F M 一括変換信号を選択的に通過させるステップと、前記変換された電気信号に含まれる前記第 2 の信号を選択的に通過させるステップと、前記選択的に通過させた F M 一括変換信号を前記第 1 の信号に復調するステップとを含むことを特徴とする。

【0034】

また、請求項 21 に記載の発明は、周波数多重された第 1 の信号を一括して周波数変調して得た F M 一括変換信号と、前記第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを含む光信号を受信するための光信号受信方法であって、前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信方法は、前記受信した光信号を電気信号に変換するステップと、前記変換された電気信号に含まれる前記 F M 一括変換信号を選択的に増幅するステップと、前記変換された電気信号に含まれる前記第 2 の信号を選択的に増幅するステップと、前記選択的に増幅した F M 一括変換信号を前記第 1 の信号に復調するステップとを含むことを特徴とする。

【0035】

また、請求項 22 に記載の発明は、周波数多重された第 1 の信号を一括して周波数変調して得た F M 一括変換信号と、前記第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを含む光信号を受信するための光信号受信方法であって、前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号受信方法は、前記受信した光信号を電気信号に変換するステップと、前記変換された電気信号に含まれる前記 F M 一括変換信号を前記第 1 の信号に復調するステップと、前記変換された電気信号に含まれる前記第 2 の信号をダウンコンバートするステップとを含むことを特徴とする。

【0036】

また、請求項 23 に記載の発明は、光信号伝送方法であって、請求項 15 から 19 のいずれか 1 項に記載の光信号送信方法と、請求項 20 から 22 のいずれか 1 項に記載の光信号受信方法とを含むことを特徴とする。

【0037】

また、請求項 24 に記載の発明は、周波数多重された第 1 の信号を一括して周波数変調して得た F M 一括変換信号と、前記第 1 の信号とは周波数の異なる第 2 の信号とを含む光信号を送出する光信号中継方法であって、前記 F M 一括変換信号の中心周波数は、前記第 2 の信号の中心周波数から、前記 F M 一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第 2 の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号中

継方法は、前記F M一括変換信号を含む光信号と、前記第2の信号を含む光信号とを合波するステップを含むことを特徴とする。

【0038】

また、請求項25に記載の発明は、請求項24に記載の光信号中継方法であって、前記第2の信号を含む光信号の波長と前記第F M一括変換信号を含む光信号の波長とは、干渉雑音が低減されるように離間して設定されることを特徴とする。

【0039】

また、請求項26に記載の発明は、周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を送出する光信号中継方法であって、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号中継方法は、前記F M一括変換信号を含む光信号を、前記第2の信号によって強度変調するステップを含むことを特徴とする。

【0040】

また、請求項27に記載の発明は、周波数多重された第1の信号を一括して周波数変調して得たF M一括変換信号と、前記第1の信号とは周波数の異なる第2の信号とを含む光信号を送出する光信号中継方法であって、前記F M一括変換信号の中心周波数は、前記第2の信号の中心周波数から、前記F M一括変換信号の占有周波数帯域幅の半値と前記第2の信号の占有周波数帯域幅の半値とを差し引いた値以下に設定されており、前記光信号中継方法は、前記第2の信号を含む光信号を、前記F M一括変換信号によって強度変調するステップを含むことを特徴とする。

【0041】

また、請求項28に記載の発明は、光信号伝送方法であって、請求項24から27のいずれか1項に記載の光信号中継方法と、請求項20から22のいずれか1項に記載の光信号受信方法とを含むことを特徴とする。

【発明の効果】

【0042】

本発明によれば、2つの信号のうち、少なくとも一方がF M一括変換された信号を、他方の信号と周波数多重し、光信号として単一の光ファイバ伝送路上で同時に伝送することができる。

【0043】

受信側では、伝送された光信号を単一の受光素子で電気信号に変換し、伝送された2つの信号を周波数分離することができる。

【0044】

また、F M一括変換された信号と他の信号との適切な周波数配置により、伝送された2つの信号の周波数分離を容易にし、さらにスプリアス妨害を低減および回避することができる。このため、安価な構成で光信号伝送システムを構築することが可能となる。

【0045】

ケーブルテレビジョン(CATV)などの映像信号をF M一括変換し、このF M一括変換信号と、BSもしくはCS衛星放送のRF信号とを単一の光ファイバ伝送路上で同時に伝送する用途において、F M一括変換信号を復調するF M復調器に、従来の動作周波数のものを使用することができる。

【0046】

また、伝送されたBS/CS衛星放送のRF信号は、市販のBS/CSアンテナに内蔵されたBS/CSダウンコンバータ回路をそのまま流用することができ、また、このダウンコンバータによってIF信号に変換するので、市販のBS/CSチューナと互換性を保つことができる。これによって、加入者側の映像受信設備を安価に構成することができる。

【0047】

さらに、一方の信号を光伝送路で伝送した後に、中継局において他方の信号を加える構成が可能となり、例えば地域のCATV会社が独自のローカル番組を挿入することができるようになる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0048】

図2に、本発明の一実施例による光信号伝送システム100の構成を示す。このシステムは、図に見られるように、第1および第2の信号を入力し光信号に変換して、光ファイバ伝送路50に送出する光信号送信機10aと、光ファイバ伝送路50を介して、伝送された光信号を第1の信号および第2の信号の電気信号に変換して出力する光信号受信機70aとを備えている。本発明において、第1および第2の信号の少なくとも一方は、FM一括変換された後、他方の信号と多重化される。光信号受信機70aでは、FM一括変換された信号は、他方の信号と分離された後、FM復調されることになる。

【0049】

以下、第1の信号として、90～770MHzの周波数帯域を有するケーブルテレビジョン(CATV)放送などの映像信号を、また、第2の信号として、RF周波数11.7～12.8GHz、中間(IF)周波数1030～2070MHzのBSもしくはCS(BS/CS)衛星放送の映像信号を想定し、種々の実施例について具体的に説明する。

【0050】

ただし、本発明は、FM一括変換信号を、その信号とは異なる第2の信号と多重して光ファイバで伝送する一般的な用途に適用することができ、下記の用途に限定されるものではない。

【0051】

(実施例1)

図2に見られるように、光信号送信機10aは、第1の信号をFM一括変換するFM一括変換器112と、FM一括変換された信号および第2の信号を周波数多重する周波数多重部114と、周波数多重された電気信号により光信号を強度変調する光送信器116とを備えている。

【0052】

ここでは、第1の信号として、例えばCATV放送の信号(90～770MHz)を入力し(A点)、第2の信号として、例えばBS/CS衛星放送のRF信号(11.7～12.8GHz)を入力(B点)している。CATV信号は、一般に、多チャンネルの映像信号が周波数分割多重された信号であり、また、BS/CS衛星放送のRF信号も、多チャンネルの映像信号が周波数分割多重された信号である。BS/CS衛星放送のRF信号には、BS/CS衛星放送のIF周波数帯の信号(1030～2070MHz)をブロックアップコンバータにより、RF信号(11.7～12.8GHz)にアップコンバートした信号を用いても良いが、衛星アンテナで受信したBS/CS衛星放送のRF信号(11.7～12.8GHz)をそのまま用いても良い。

【0053】

光信号送信機10aにおいて、第1の信号であるCATV信号(90～770MHz)はFM一括変換器112により、一括して周波数変調(FM変調)され、0～6GHzの広帯域の周波数変調信号、いわゆる、FM一括変換信号を得る(C点)。このFM一括変換信号と、第2の信号であるBS/CS衛星放送のRF信号(11.7～12.8GHz)とを、電気フィルタなどで構成される周波数多重部114によって周波数多重する(D点)。次いで、光送信器116により、レーザ光を強度変調して、光信号を光ファイバ伝送路50に出力する。

【0054】

一方、光信号受信機70aでは、光受信器172により、光信号を受光し、PDまたはAPDなどの受光素子172aで電気信号に変換し、プリアンプ172bで増幅し、電気信号を出力する(E点)。出力された電気信号は、ハイパスフィルタ174bおよびローパスフィルタ174aにより周波数分離される。ハイパスフィルタにより周波数分離され

た高周波信号（F点）は、BS／CSコンバータ90に出力され、BS／CSコンバータでIF周波数（1030～2070MHz）にダウンコンバートされる。また、ローパスフィルタにより周波数分離されたFM一括変換信号（G点）は、FM復調器176でCATV信号（90～770MHz）に復調される（H点）。

【0055】

このときの周波数配置を図3に示す。図3（1）は、図2のA点およびB点における電気スペクトルを表している。ここでA点の信号は、多チャンネルの映像信号が周波数分割多重された第1の信号であるCATV信号（90～770MHz）であり、B点の信号は、多チャンネルの映像信号が周波数分割多重された第2の信号であるBS／CS衛星放送のRF信号（11.7～12.8GHz）である。以下、本発明における周波数配置について説明する。

【0056】

周波数分割多重された第1の信号であるCATV映像信号（90～770MHz）がFM一括変換された後のFM一括変換信号の占有帯域幅は、6GHzになるようにするものとする。このとき、FM一括変換信号の中心周波数は、第2の信号であるBS／CS衛星放送のRF信号（11.7～12.8GHz）の中心周波数、すなわち、12.25GHzから、FM一括変換信号の占有周波数帯域幅6GHzの半値、すなわち、3GHzと、第2の信号であるBS／CS衛星放送のRF信号の占有周波数帯域幅の半値、すなわち、0.55GHzとを差し引いた値以下に設定する。すなわち、FM一括変換信号の中心周波数を、8.7GHz以下に設定する。このように設定することで、第1の信号のFM一括変換信号と、第2の信号とが周波数スペクトル上で重なることなく、周波数配置されることになる。

【0057】

図3（2）は、FM一括変換信号の中心周波数を3GHzに設定した場合の図2のD点における電気スペクトルを示している。この場合、ガードバンド幅が、5.7GHzと広く取れることがわかる。

【0058】

図3（3）は、図2の光受信器172内のプリアンプ172bの出力であるE点における電気信号のスペクトルを示している。このプリアンプでは、歪みによりFM一括変換信号の周波数と、第2の信号の周波数との和および差の周波数成分にスプリアスを生じる。図3（3）には、第2の信号の周波数からFM一括変換信号の周波数を引いたスプリアス信号スペクトルと、第2の信号の周波数にFM一括変換信号の周波数を足したスプリアス信号スペクトルとが示されている。

【0059】

本発明では、図3（3）に示したとおり、プリアンプによって生成されたスプリアス信号が広帯域となって雑音強度が分散され、これによりスプリアスがFM一括変換信号に与える妨害も、スプリアスが第2の信号に与える妨害も顕著に低減することができる。また、本実施例の場合には、ガードバンドを広く取ってあるため、プリアンプで生成されたスプリアスは、そのほとんどがガードバンド内の周波数となり、スプリアスとFM一括変換信号とのスペクトル上の重なりがほとんどない。このため、スプリアスがFM一括変換信号に与える妨害も、スプリアスが第2の信号に与える妨害も、さらにより一層低減されることになる。

【0060】

対比のために、FM一括変換信号を用いず、90MHzから770MHzのCATV信号を、第2の信号にそのまま周波数多重し、伝送した場合のスペクトルを図4に示す。同図に見られるように、CATV信号の周波数と、第2の信号の周波数との和および差の周波数が、歪み成分としてプリアンプ出力に生じている。

【0061】

この場合、第2の信号の周波数からCATV信号の周波数を引いたスプリアスと、第2の信号の周波数とCATV信号の周波数を足したスプリアスが、狭帯域のスペクトルとな

って生じている。このスプリアスは、その大部分が第2の信号の周波数帯域に入るので、第2の信号に対して強い妨害となる。また、このスプリアスは、図4に示すように、ガードバンドの広狭に関係なく、ガードバンドが $11.7 - 0.77 = 10.93 \text{ GHz}$ と広く取ってある場合でも、スプリアスの多くが第2の信号の周波数帯域に入ってくることがわかる。

【0062】

また、本実施例によれば、FM一括変換信号を復調するFM復調器176は、これまでどおり6GHz程度の動作周波数のものを使用することができる。

【0063】

(実施例2)

図5に、本発明の一実施例による光信号送信機10bの構成を示す。図5の光信号送信機は、第1の信号をFM一括変換するFM一括変換器212と、FM一括変換された信号により光信号を強度変調する第1の光送信器214aと、第2の信号により光信号を強度変調する第2の光送信器214bと、強度変調された第1および第2の光信号を合波する光合波器216とを備えている。

【0064】

この実施例2では、第1の光送信器の光波長と、第2の光送信器の光波長とは、干渉雑音が起きない程度に離れた波長に設定する必要がある。例えば、第1の光送信器の光波長と、第2の光送信器の光波長とを13GHz以上離せば、2つの光波長の差成分が、伝送周波数帯域である0~12.8GHzに入っていないことになり、干渉雑音とならない。しかし、半導体レーザを光源として用いると、レーザ光の線幅は数十MHz程度ある。また、変調によりチャープ現象が生じ、線幅は半値全幅で7GHz程度に広がり、その裾はさらに広がっていることが知られている。このため、2つの波長の差は、13GHz以上離すだけでは不十分であり、20GHz以上程度離すことが望ましい。

【0065】

この実施例2に係る光信号送信機10bは、図2に示した構成の光信号受信機70aと組み合わせて光信号伝送システムを構築することができる。この場合、光信号受信機70a内の光受信器172のプリアンプ出力であるE点におけるスペクトルは、図3(3)と同様であり、図3(3)に関連した説明の内容が同様に当てはまる。

【0066】

(実施例3)

図6に、本発明の一実施例による光信号送信機10cの構成を示す。図6の光信号送信機10cは、第1の信号をFM一括変換するFM一括変換器312と、FM一括変換された信号により光信号を強度変調する光送信器314と、FM一括変換され、強度変調された光信号を第2の信号によって強度変調する外部変調器316とを備えている。外部変調器としては、例えばLiNbO₃によるマツハツェンダ型のものや、吸収型変調器を用いることができる。

【0067】

図7は、図6の点Dにおける光信号を光電変換して電気スペクトルにしたときの周波数スペクトルを示している。図から、FM一括変換されたスペクトルと、第2の信号のスペクトルとが実質的に周波数多重されている様子がわかる。

【0068】

また、外部変調器により変調すると、一般的には掛け算をすることになり、CATV信号のFM一括変換信号と第2の信号であるBS/CS衛星放送のRF信号との和および差の周波数成分がスプリアスとなって現れる。しかし、上述した本発明によるFM一括変換信号の中心周波数の設定方法に従えば、このスプリアス妨害の影響を最小化することができる。

【0069】

図7には、外部変調器によって生成されたスプリアスを示している。このスプリアスは、CATV信号のFM一括変換信号の占有周波数帯域幅にBS/CS衛星放送のRF信号

の占有周波数帯域幅を加えた周波数帯域幅を有するため、広帯域となり、図7に示すとおり、雑音強度が分散される。また、FM一括変換は、雑音に対して強い伝送方式であるため、生成されるスプリアスは妨害としてほとんど影響を及ぼさない。

【0070】

さらに、図7に見られるように、CATV信号のFM一括変換信号とBS/CS衛星放送のRF信号である第2の信号との間のガードバンドを広く取ることにより、さらにスプリアスの影響を低減することができる。また、ガードバンドを広く取ることで、光信号受信機70において、FM一括変換信号と第2の信号とを電気フィルタなどで周波数分離することが容易になる。

【0071】

この例では、ガードバンドとして、5.7GHzの周波数帯域幅をとってあるので、安価なフィルタ構成で簡単に周波数分離することができる。このことは、FM一括変換信号の伝送にとって重要である。というのは、この周波数分離フィルタにより、FM一括変換信号帯域(0~6GHz)で大きな群遅延(例えば約80ps以上)が生じると、歪みが発生するため、群遅延の制約を満たしつつ、FM一括変換信号と第2の周波数を分離する必要があるためである。

【0072】

また、ガードバンドが狭いと、この狭いガードバンド内で周波数を分離するために急峻なフィルタ特性が必要となり、結果的に、通過帯域内での群遅延が変化してしまう。ちなみに、80ps以上の群遅延によって歪みが生じることは、非特許文献3に示されている。

【0073】

(実施例4)

図8に、本発明の一実施例による光信号送信機10dの構成を示す。図8の光信号送信機10dは、第1の信号をFM一括変換するFM一括変換器412と、第2の信号により光信号を強度変調する光送信器414と、この強度変調された光信号をFM一括変換された信号により強度変調する外部変調器416とを備えている。

【0074】

外部変調器によって変調すると、一般的には掛け算をすることになり、CATVのFM一括変換信号とBS/CS衛星放送映像RF信号との和および差の周波数成分がスプリアスとなって妨害となる。しかし、この実施例の場合も、上述した本発明によるFM一括変換信号の中心周波数の設定方法に従えば、このスプリアス妨害の影響を最小化することができる。ちなみに、この場合の周波数配置も、図7に示したスペクトルと同様となり、この実施例においても、図7に関連して説明した内容が同様に当てはまる。

【0075】

(実施例5)

図9に、本発明の一実施例による光信号受信機70bの構成を示す。図9の光信号受信機70bは、光信号送信機10から光ファイバ50を介して伝送された光信号を単一の受光素子(PDやAPDなど)によって光電気変換する光受信器572と、光電気変換された電気信号から第2の信号を選択的にフィルタするハイパスフィルタ574bと、光電気変換された電気信号からFM一括変換信号を選択的にフィルタするローパスフィルタ574aと、フィルタされたFM一括変換信号を復調して第1の信号を復元するFM復調器576とを備えている。

【0076】

第1の信号であるCATV信号(90~770MHz)は、FM復調器によって復元され、BS/CS衛星放送のRF信号(11.7~12.8GHz)である第2の信号は、BS/CSコンバータにより、IF信号(1030~2070MHz)にダウンコンバートされる。このIF信号は、市販のBS/CSチューナの入力として使用することができる。また、BS/CSコンバータには、BS/CSアンテナに使用されている回路を流用することができる。

【0077】

ハイパスフィルタ574bの出力周波数は、BS/CS衛星放送のRF信号(11.7~12.8GHz)であり、極めて高周波であるため、結線を短くすることが望ましい。そのため、BS/CSコンバータを光信号受信機70bに内蔵する構成としてもよい。また、BS/CSコンバータ内の低周波帯域制限によって、FM一括変換信号を除去するように構成しても良い。

【0078】

また、ローパスフィルタ574aとしてLCフィルタ回路を構成すると許容限度を超える群遅延が生じてしまう場合には、FM復調器576に周波数選択性を持たせ、FM一括変換信号には反応するが、BS/CS衛星放送のRF信号(11.7~12.8GHz)には反応しないようにすることができる。例えば、FM復調器576内のプリアンプの帯域を制限したり、遅延検波を用いたFM復調器のANDゲートの高周波特性を制限したり、さらに、FM復調器内のリミッタ増幅器の帯域を制限したり、このリミッタ増幅器によって不要な振幅成分を除去したりする方法が考えられる。

【0079】

ハイパスフィルタ574bとローパスフィルタ574aを用いて周波数分離する構成としては、図9に示したパッシブなコンデンサとコイルによって構成する方法と、図10に示すアクティブなコンポーネントを使用する方法が考えられる。図10の光信号受信機70cでは、ハイパスフィルタの機能として、BS/CS衛星放送のRF信号の帯域を選択的に増幅し、低周波のFM一括変換信号を増幅しない第2の増幅器575bと、ローパスフィルタの機能として、FM一括変換信号(0~6GHz)を選択的に増幅し、これよりも高周波の信号を増幅しない第1の増幅器575aとを使用している。このような構成とすることで、実質的に周波数フィルタと同等の効果を達成することができる。

【0080】

図11は、本発明による光信号受信機70の周波数配置を説明するための図である。図11(1)は、図2、図9および図10のE点における周波数スペクトルを示し、図11(2)は、図2、図9および図10のF点、H点における周波数スペクトルを示している。図11から、第1の信号及び第2の信号が復調される様子がわかる。

【0081】

(実施例6)

図12に、本発明の一実施例による光信号中継システム60aの構成を示す。図12の光信号中継システム60aは、第1の信号を光信号に変換し、光ファイバ伝送路30に送出する光信号送信機20aと、光ファイバ伝送路30を介して伝送された光信号を、第2の信号による光信号と合波し、光ファイバ伝送路50に送出する光信号中継機40aとを備えている。

【0082】

図12の光信号送信機20aは、第1の信号、例えばCATVの映像信号(90~770MHz)をFM一括変換するFM一括変換器622と、FM一括変換された信号によって光信号を強度変調する第1の光送信器624とを備えている。また、図12の光信号中継機40aは、第2の信号、例えばBS/CS衛星放送のRF信号(11.7~12.8GHz)により光信号を強度変調する第2の光送信器642と、第1の光送信器624から光ファイバ伝送路30を介して伝送された光信号を第2の光送信器642からの光信号と合波する光合波器644とを備えている。

【0083】

このような光信号中継システムにより、第1の光送信器624から出力される光信号を光スプリッタにより複数に光分岐してそれぞれ異なる局舎に分配し、各局舎において第2の信号を含む光信号を光合波器644で合波することができる。これにより、第1の信号により共通の番組を提供しつつ、各局舎にて第2の信号により別の番組を挿入することが可能となる。すなわち、地域番組の挿入が可能となる。また、図12では、第1の信号を第1の光送信器によって遠隔地から伝送しているが、第2の信号も第2の光送信器642

によって別の遠隔地から伝送し、それぞれの信号を中継局において多重し、地域の局舎や加入者宅など、さらに別の遠隔地に伝送するようにしてもよい。

【0084】

なお、第1の光送信器の光波長と、第2の光送信器の光波長とは、干渉雑音が発生しない程度に離間した波長に設定する必要がある。例えば、CATV信号による第1の光送信器の光波長と、BS/CS信号による第2の光送信器の光波長とを13GHz以上離せば、2つの光波長の差成分が、伝送周波数帯域である0~12.8GHzに入っていないので、干渉雑音とならない。しかし、半導体レーザを光源として用いると、レーザ光の線幅は数十MHz程度ある。また、変調によりチャープ現象が生じ、線幅は半値全幅で7GHz程度に広がり、その裾はさらに広がっていることが知られている。このため、2つの波長の差は、13GHz以上離すだけでは不十分であり、20GHz以上程度離すことが望ましい。

【0085】

(実施例7)

図13に、本発明の一実施例による光信号中継システム60bの構成を示す。図12の光信号中継システム60bは、第1の信号を光信号に変換し、光ファイバ伝送路30に送出する光信号送信機20bと、光ファイバ伝送路30を介して伝送された光信号を第2の信号により変調し、光ファイバ伝送路50に送出する光信号中継機40bとを備えている。

【0086】

図13の光信号送信機20bは、第1の信号、例えばCATVの映像信号(90~770MHz)をFM一括変換するFM一括変換器722と、FM一括変換された信号によって光信号を強度変調する光送信器724とを備えている。また、図13の光信号中継機40bは、光送信器724から光ファイバ伝送路30を介して伝送された光信号を、第2の信号、例えばBS/CS衛星放送のRF信号(11.7~12.8GHz)により強度変調する外部変調器742とを備えている。なお、外部変調器としては、例えばLiNbO₃によるマッハツェンダ型のものや、吸収型変調器を用いることができる。

【0087】

図13のD点における光信号を光電変換して電気スペクトルにしたときのスペクトルは、図7に示すものと同様になる。そのため、この実施例においても、図7に関連して説明した内容が同様に当てはまる。

【0088】

(実施例8)

図14に、本発明の一実施例による光信号中継システム60cの構成を示す。図14の光信号中継システム60cは、第2の信号を光信号に変換し、光ファイバ伝送路30に送出する光信号送信機20cと、光ファイバ伝送路30を介して伝送された光信号を第1の信号により変調し、光ファイバ伝送路50に送出する光信号中継機40cとを備えている。

【0089】

図14の光信号送信機20cは、第2の信号、例えばBS/CS衛星放送のRF信号(11.7~12.8GHz)によって光信号を強度変調する光送信器824を備えている。また、図14の光信号中継機40cは、第1の信号、例えばCATVの映像信号(90~770MHz)をFM一括変換するFM一括変換器842と、光送信器824から光ファイバ伝送路30を介して伝送された光信号を、FM一括変換器842により変換されたFM一括変換信号によって強度変調する外部変調器844とを備えている。なお、外部変調器としては、例えばLiNbO₃によるマッハツェンダ型のものや、吸収型変調器を用いることができる。

【0090】

図14のD点における光信号を光電変換して電気スペクトルにしたときのスペクトルは、図7に示すものと同様になる。そのため、この実施例においても、図7に関連して説明

した内容が同様に当てはまる。

【0091】

（実施例9）

上記の実施例において、BS/CS衛星放送の信号の元の周波数は、衛星から放射される空中波での無線周波数（RF）11.7～12.8GHzであり、また、BS/CSアンテナで受信し、BS/CSコンバータでダウンコンバートした中間周波数（IF）は、衛星放送波としてBS右旋円偏波およびCS右旋円偏波で放送される信号に対応する中間周波数の信号（1030～2070MHz）を対象に本発明を説明してきた。

【0092】

しかしながら、本発明は、BS右旋円偏波およびCS右旋円偏波だけでなく、CS左旋円偏波で放送される信号を対象として拡張することも可能である。この場合、IF周波数の帯域は、1030～2600MHzに拡張される。実際には、衛星から放射される無線電波の周波数は、CS右旋円偏波およびCS左旋円偏波とも同一の周波数帯、すなわち、12.3～12.8GHzであるが、本発明においては、右旋、左旋の円偏波の区別を使用せず、CS左旋円偏波の映像信号のRF周波数をCS右旋円偏波より高い周波数帯に配置する。すなわち、CS左旋円偏波の映像信号を12.8～13.3GHzに配置すると、BSおよびCS右旋円偏波とCS左旋円偏波は、11.7～13.3GHzの周波数に多重されることになる。

【0093】

このように周波数多重すれば、同じ局部発信器を用い、周波数帯域を拡張したダウンコンバータによってBSおよびCS右旋円偏波だけでなく、CS左旋円偏波による映像信号も拡張されたIF周波数である1030～2600MHzの帯域に一括してダウンコンバートすることができる。

【0094】

（その他の実施例）

上記の実施例に記載した各構成要素は、目的に応じて、様々に組み合わせることができる。例えば、実施例1から4で説明した各光信号送信器10は、実施例5で説明した光信号受信機70と任意に組み合わせることにより光信号伝送システム100を構成することができる。同様に、実施例6から8で説明した各光信号中継システム60は、実施例5で説明した光信号受信機70と任意に組み合わせることにより光信号伝送システム100を構成することができる。

【0095】

また、上記の実施例において、第1の信号をCATVの信号、第2の信号をBS/CS衛星放送の信号として説明したが、必要に応じて第1の信号と第2の信号を入れ換えることもできる。例えば、実施例6から8で説明した光信号中継システム60において、共通の信号である第1の信号をBS/CS衛星放送の信号とし、各局舎での信号である第2の信号をCATVの信号として構成することもできる。すなわち、BS/CS衛星放送を共通の信号とし、CATVの信号を地域番組として挿入することができる。

【0096】

上記の実施例において、第1の信号として周波数分割多重されたCATVの映像信号（90～770MHz）を例に挙げて説明したが、周波数分割多重されたCATV信号の他、周波数分割多重された信号であれば何でも良く、例えば、監視映像信号、映像のないオーディオ信号、さらには、映像も音もない単なる監視警報信号などとすることができる。

【0097】

また、上記の実施例において、第2の信号として周波数分割多重されたBS/CS衛星放送のRF信号（11.7～12.8GHz）を例に挙げて説明したが、周波数分割多重されたBS/CS衛星放送映像の他、周波数分割多重された信号であれば何でも良く、例えば、監視映像信号、映像のないステレオオーディオ信号、さらには、映像も音もない単なる監視信号などとすることができる。

【0098】

さらに、上記の実施例において、第2の信号として周波数分割多重された信号を例に挙げて説明したが、ある周波数の単一の搬送波に側帯域を載せたシングルキャリアモデレーション (Single Carrier Modulation) であっても良い。

【0099】

さらに、第2の信号として、周波数分割多重された信号をFM一括変換したFM一括変換信号を使用しても良い。この場合、第1の信号および第2の信号のいずれも周波数分割多重された信号をFM一括変換した信号となる。

【0100】

以上、本発明について、いくつかの実施例に基づいて具体的に説明したが、本発明の原理を適用できる多くの実施可能な形態に鑑みて、ここに記載した実施例は、単に例示に過ぎず、本発明の範囲を限定するものではない。ここに例示した実施例は、本発明の趣旨から逸脱することなく構成と詳細を変更することができる。さらに、説明のための構成要素は、本発明の趣旨から逸脱することなく変更、補足、および／またはその順序を変えてもよい。

【図面の簡単な説明】

【0101】

【図1】 従来技術による光信号伝送システムの構成例を示す図である。

【図2】 本発明による光信号伝送システムの一例を示す図である。

【図3】 本発明による光信号伝送システムのいくつかの点における周波数スペクトルの一例を示し、(1)はA点およびB点での周波数スペクトル、(2)はD点での周波数スペクトル、(3)はE点での周波数スペクトルを示す図である。

【図4】 従来技術による光信号伝送システムの光信号受信器の出力における周波数スペクトルを示す図である。

【図5】 本発明による光信号送信機の一例を示す図である。

【図6】 本発明による光信号送信機の一例を示す図である。

【図7】 本発明による光信号送信機の出力における周波数スペクトルを示す図である。

【図8】 本発明による光信号送信機の一例を示す図である。

【図9】 本発明による光信号受信機の一例を示す図である。

【図10】 本発明による光信号受信機の一例を示す図である。

【図11】 本発明による光信号受信機のいくつかの点における周波数スペクトルの一例を示し、(1)はE点での周波数スペクトル、(2)はF点及びH点での周波数スペクトルを示す図である。

【図12】 本発明による光信号中継システムの一例を示す図である。

【図13】 本発明による光信号中継システムの一例を示す図である。

【図14】 本発明による光信号中継システムの一例を示す図である。

【符号の説明】

【0102】

10a、10b、10c、10d、20a、20b、20c 光信号送信機

30、50 光ファイバ

40a、40b、40c 光信号中継機

60a、60b、60c 光信号中継システム

70a、70b、70c 光信号受信機

90 BS/CSコンバータ

100 光信号伝送システム

112、212、312、412、622、722、842 FM一括変換器

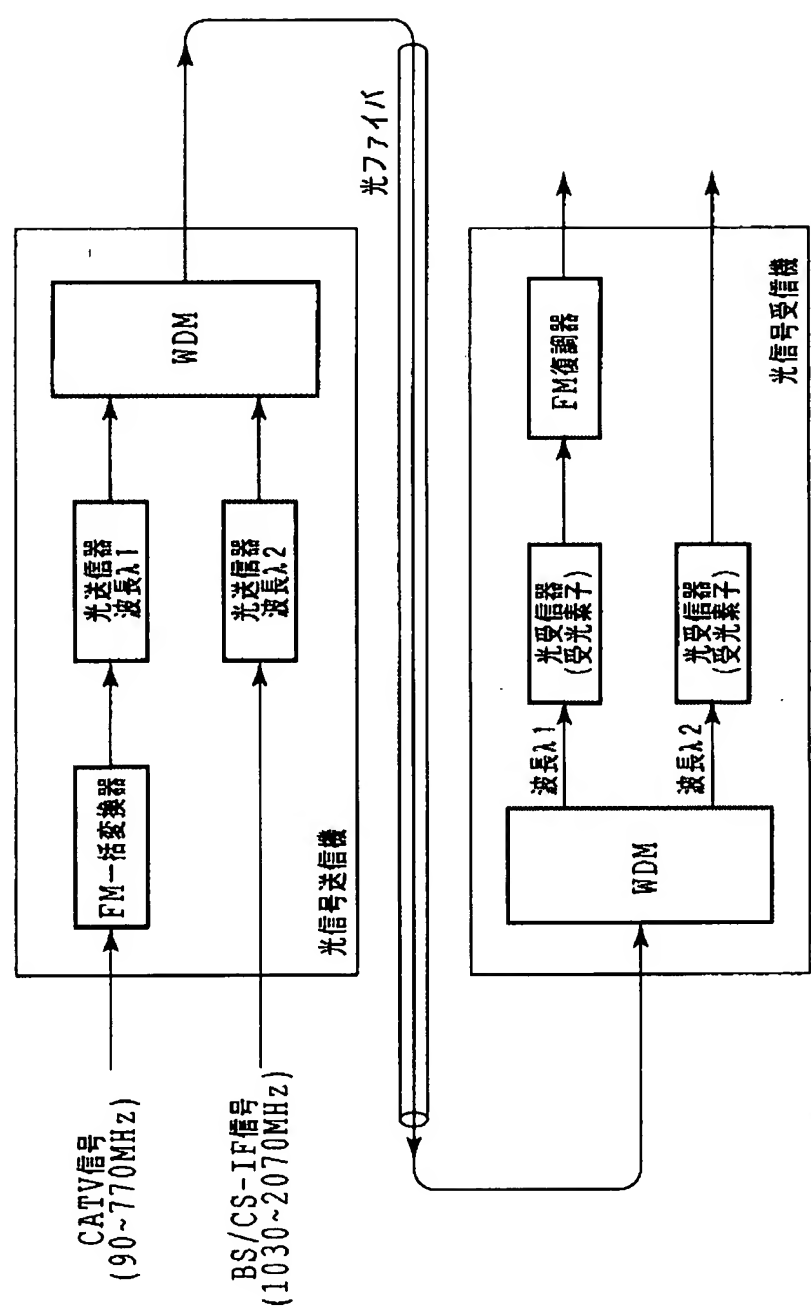
114 周波数多重部

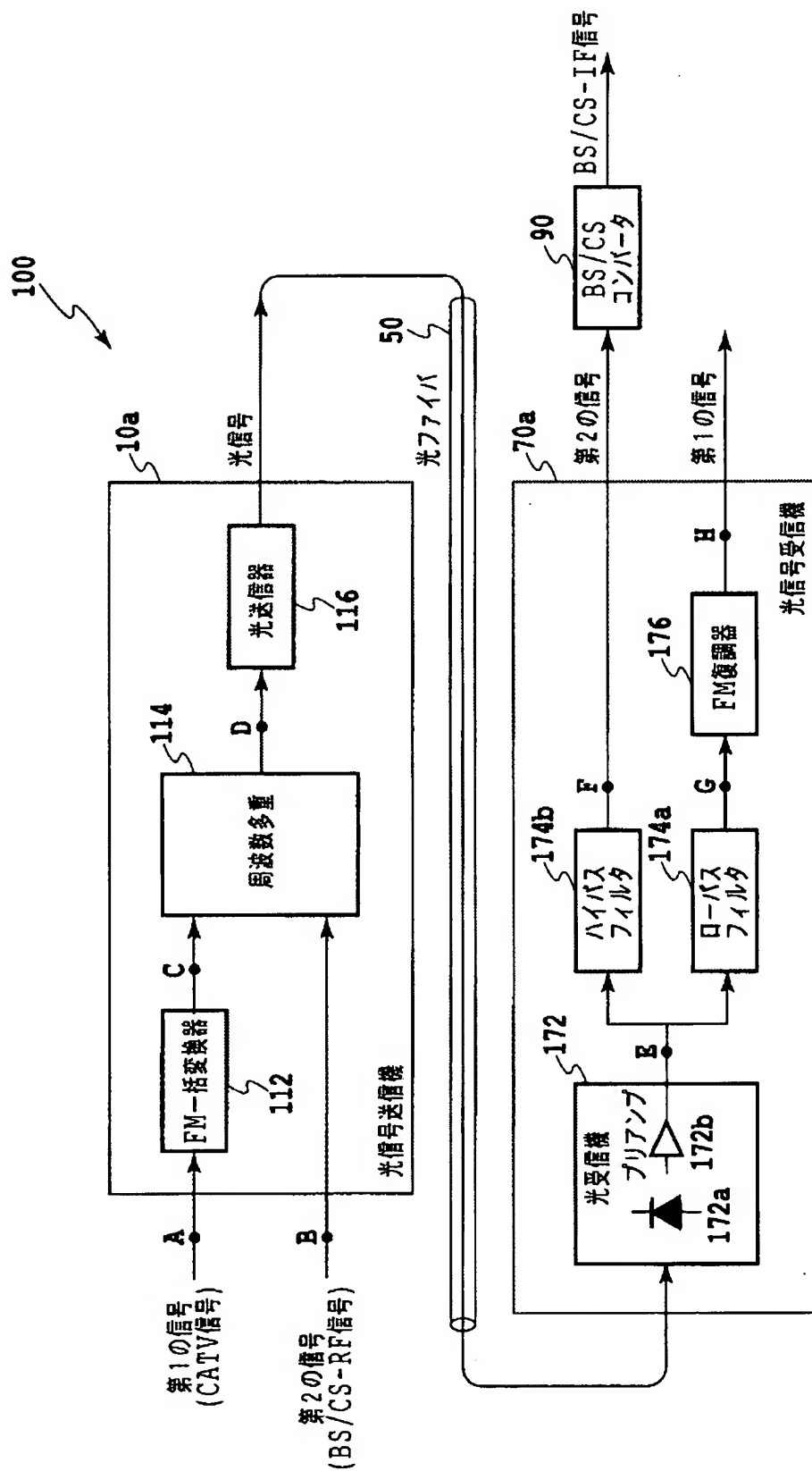
116、724、824 光送信器

172、572 光受信器

172a 受光素子

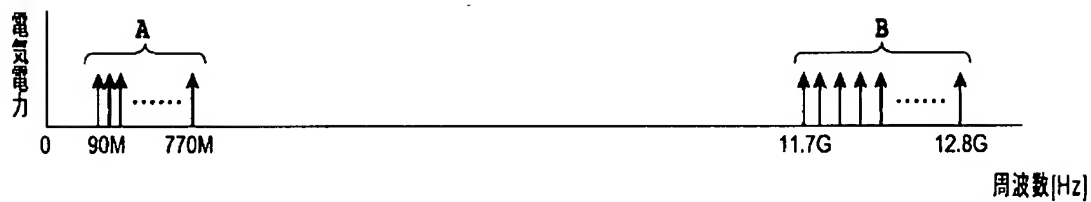
1 7 2 b プリアンプ
1 7 4 a、5 7 4 a ローパスフィルタ
1 7 4 b、5 7 4 b ハイパスフィルタ
1 7 6、5 7 6 FM復調器
2 1 4 a、3 1 4、6 2 4 第1の光送信器
2 1 4 b、4 1 4、6 4 2 第2の光送信器
2 1 6、6 4 4 光合波器
3 1 6、4 1 6、7 4 2、8 4 4 外部変調器
5 7 5 a 第1の増幅器
5 7 5 b 第2の増幅器



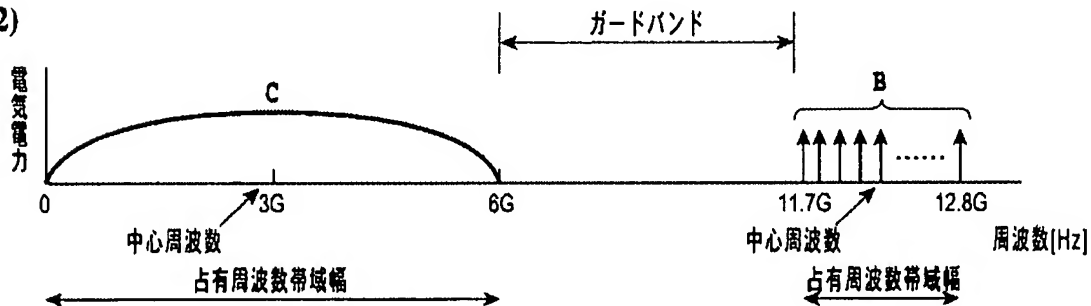


【図 3】

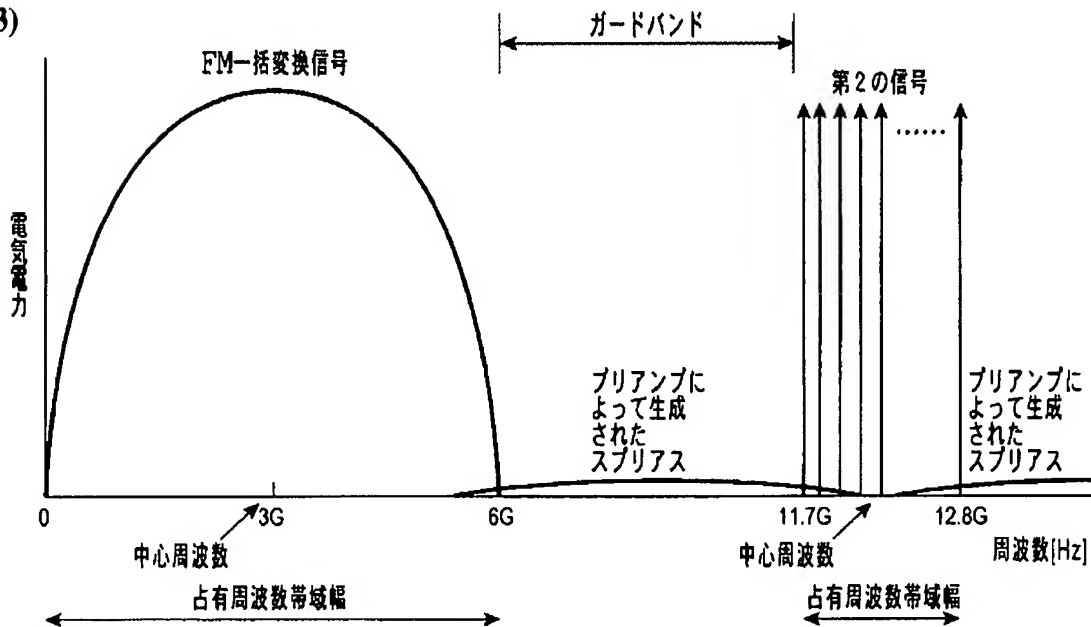
(1)



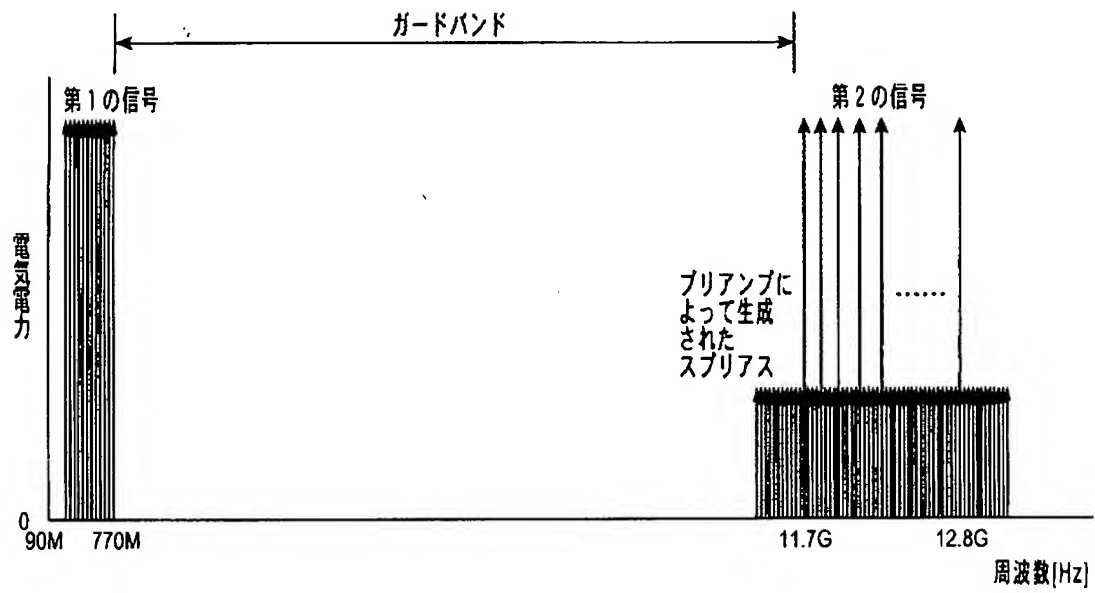
(2)



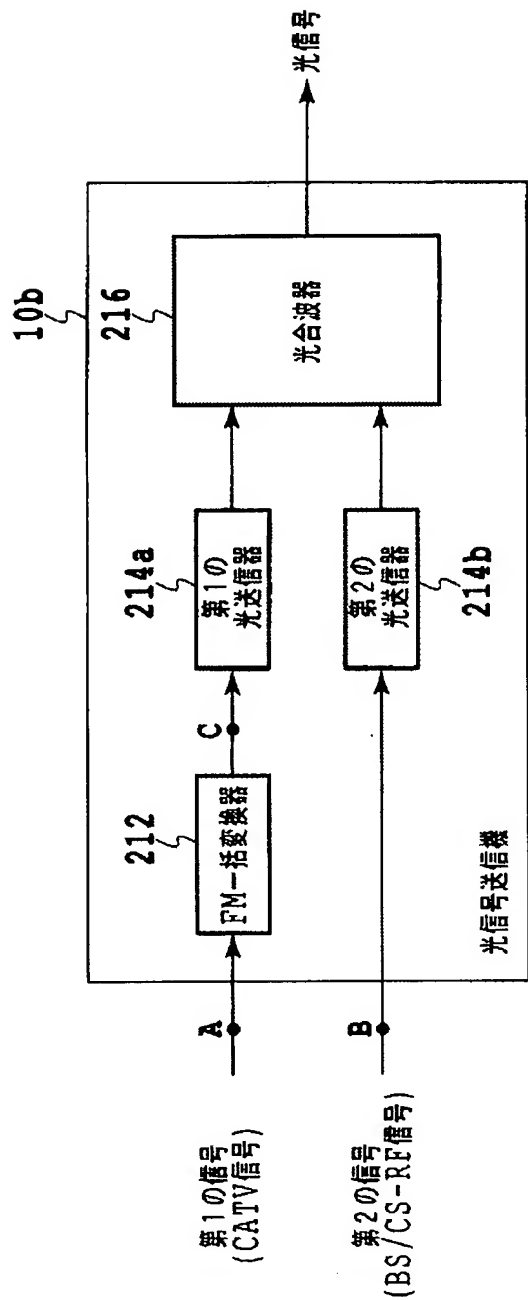
(3)



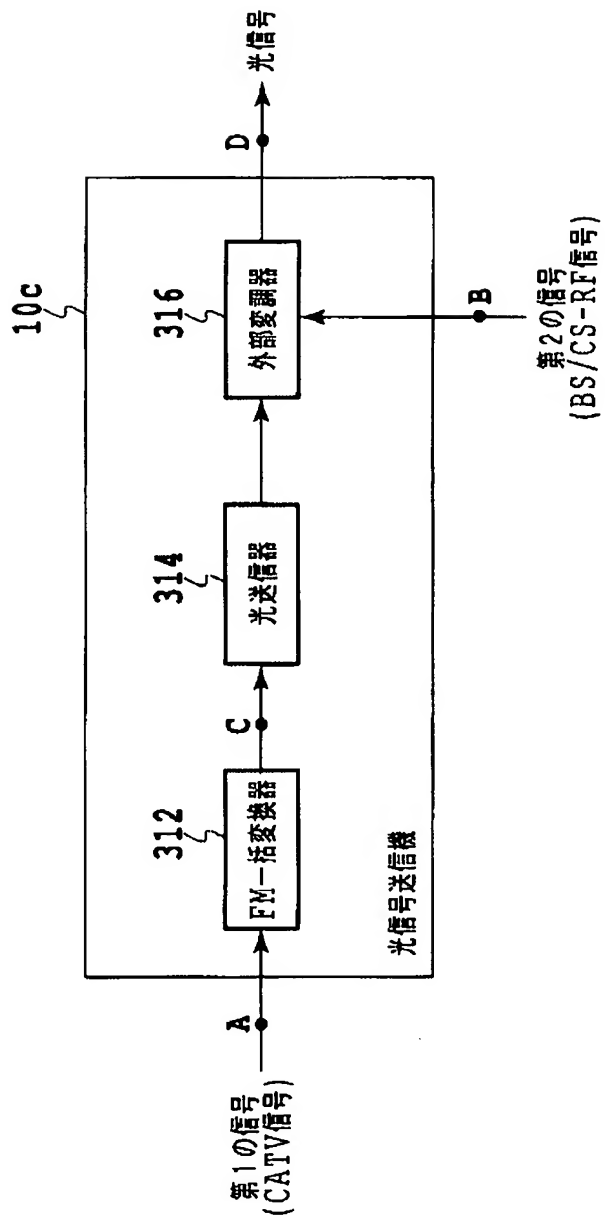
【図 4】



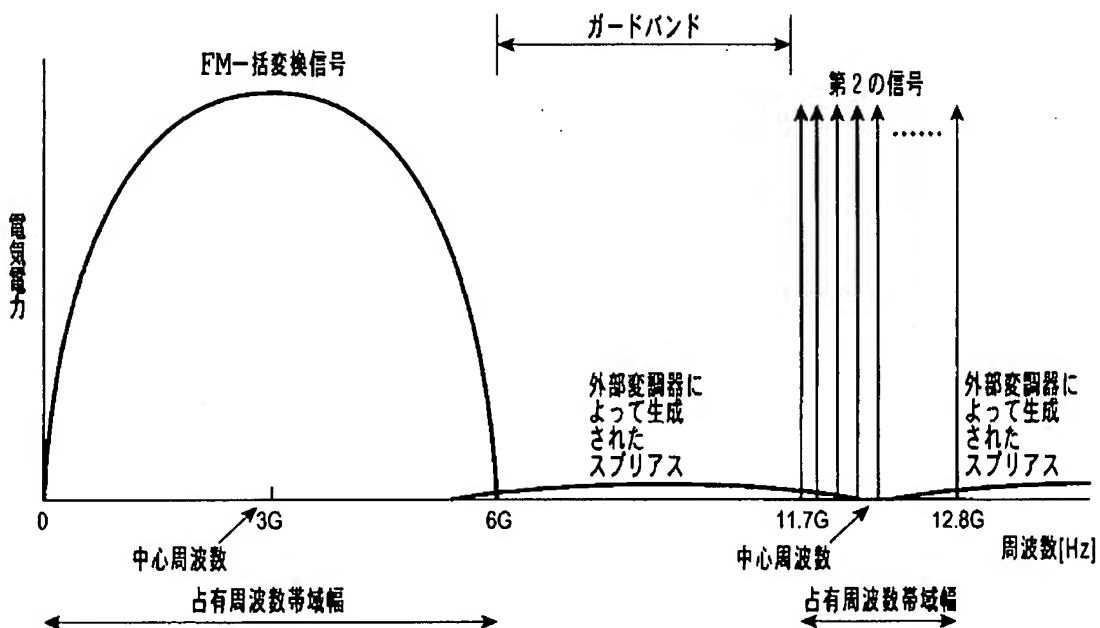
【図 5】



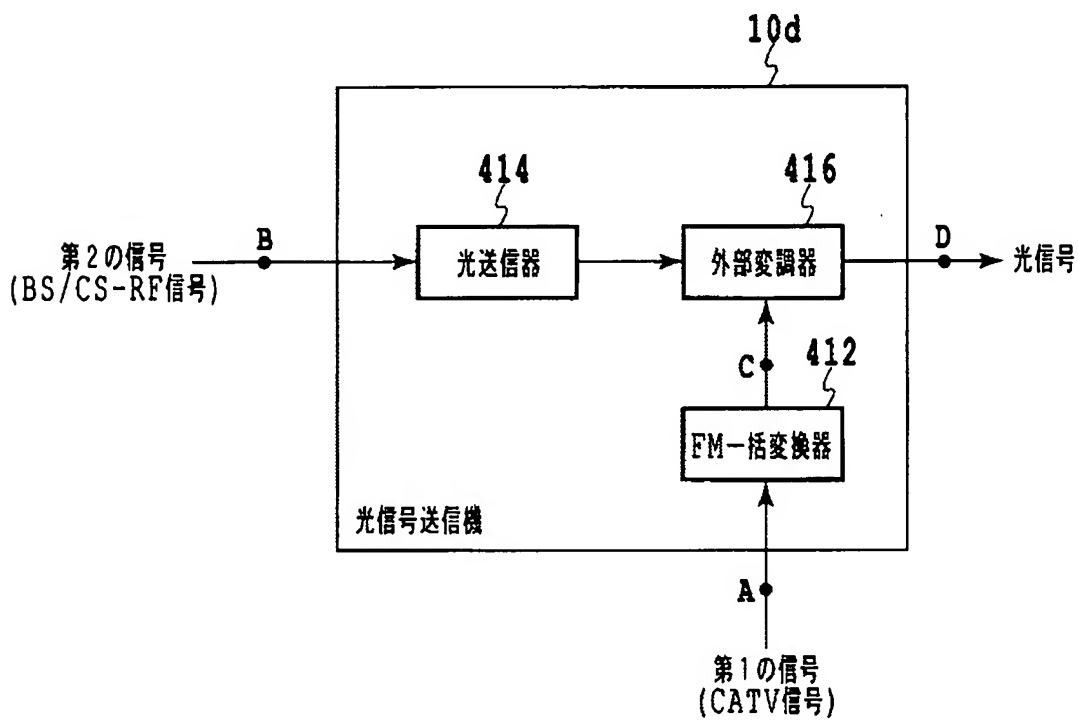
【図 6】



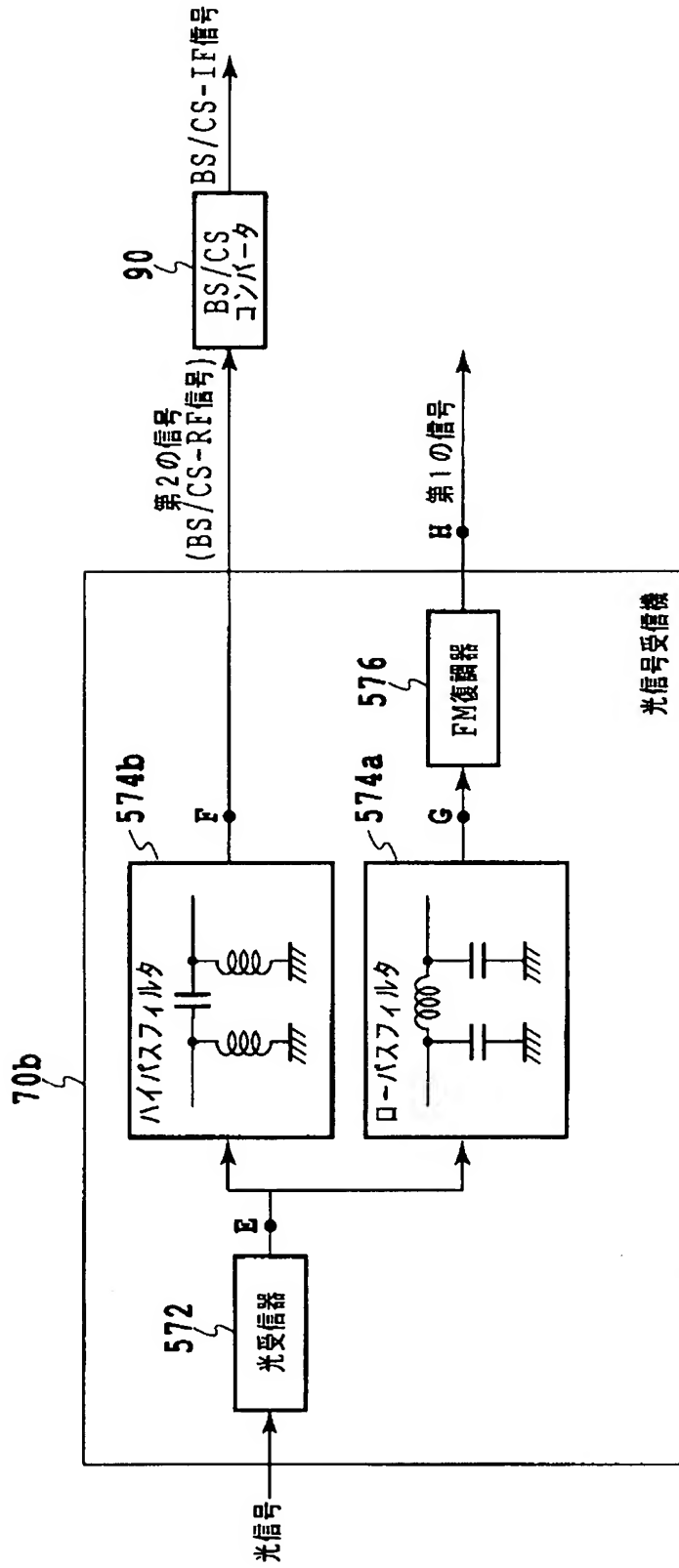
【図 7】



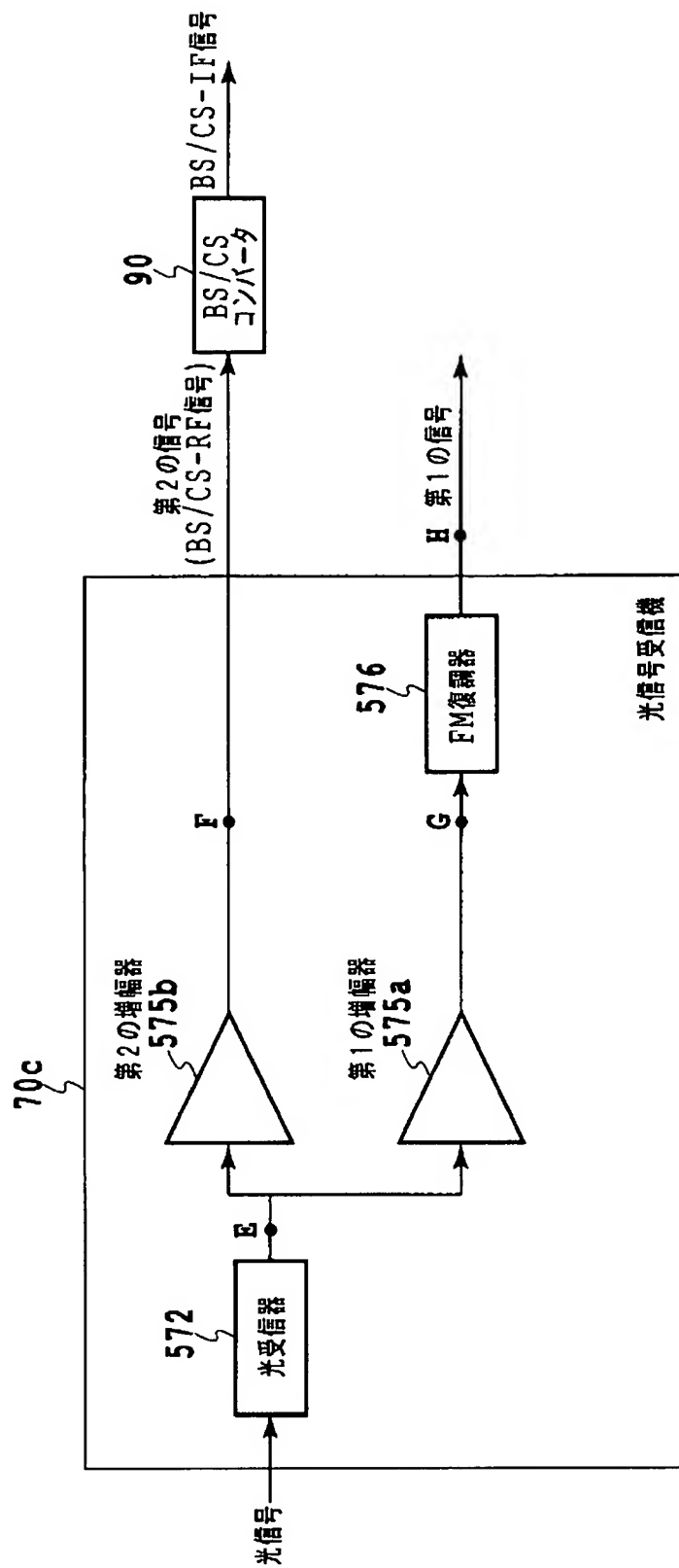
【図 8】



【図 9】

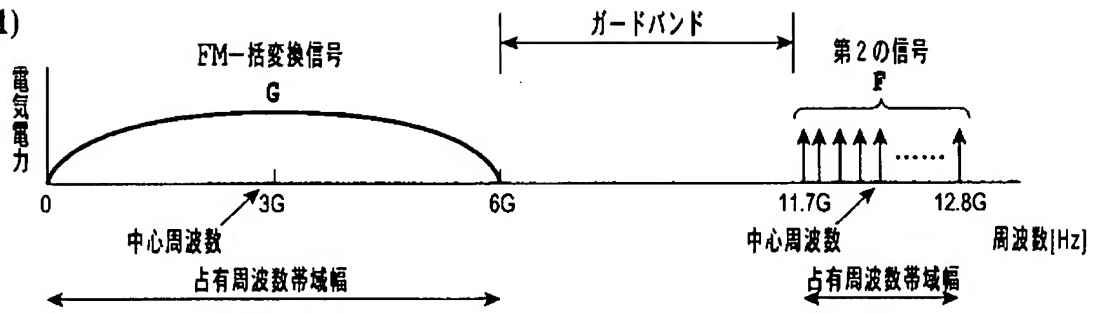


【図10】

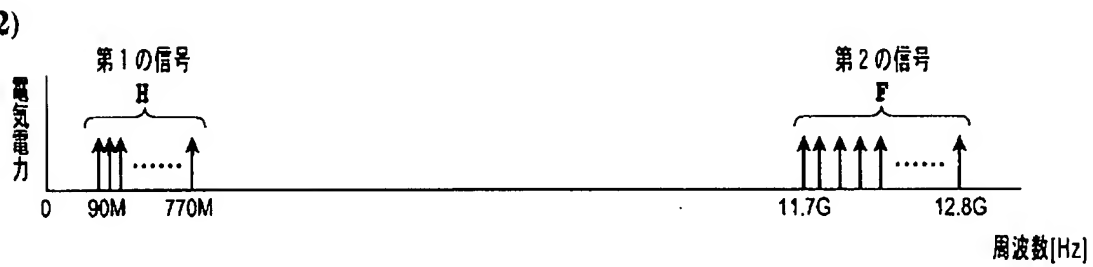


【図 1 1】

(1)

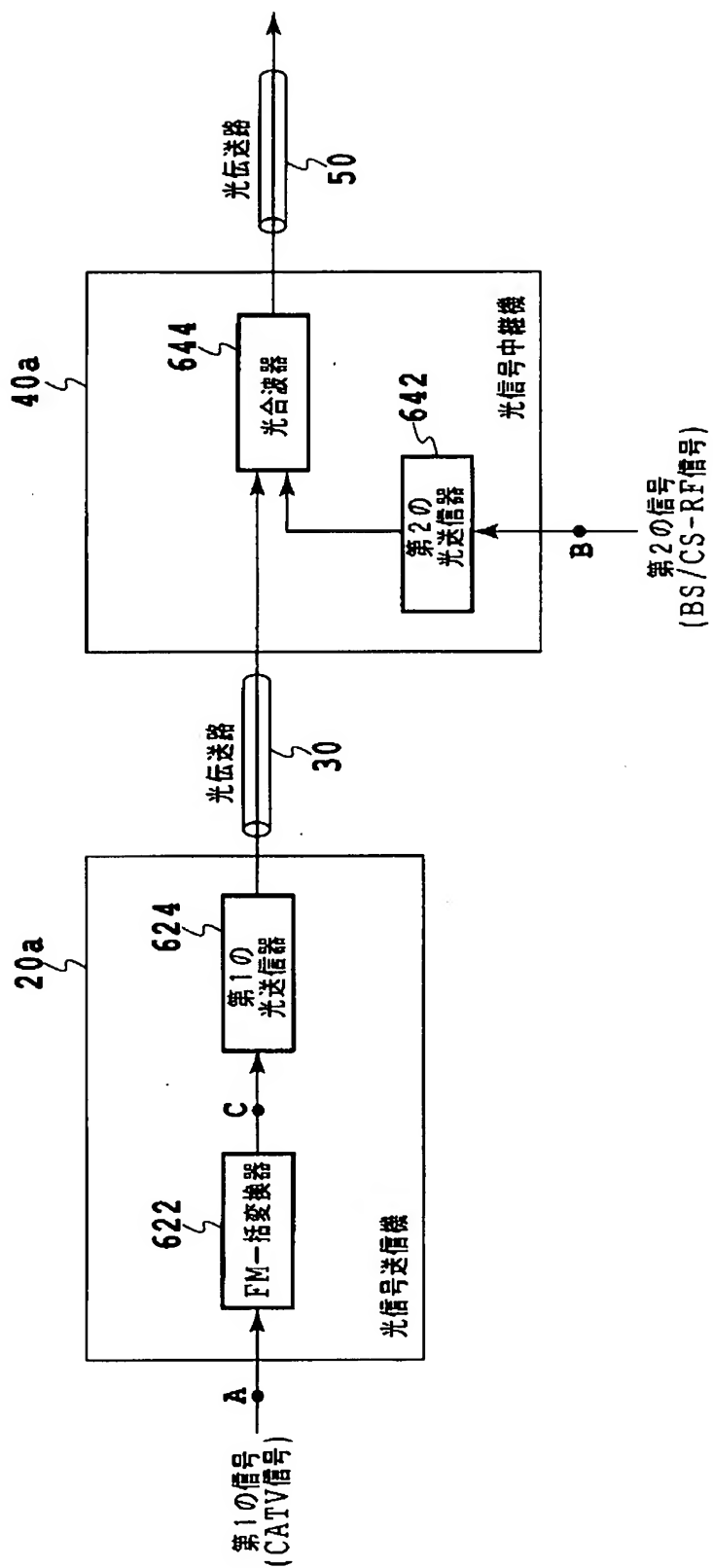


(2)



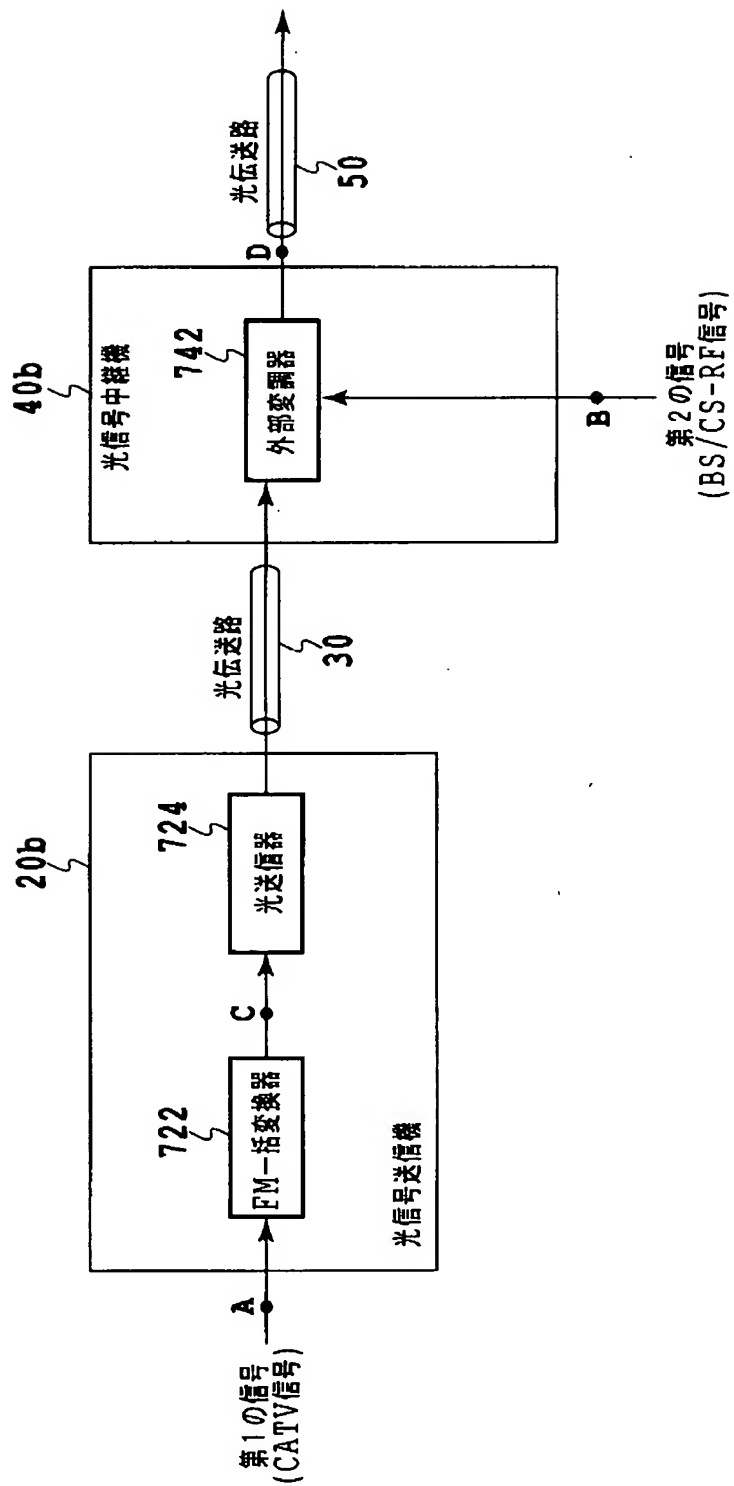
【図12】

光信号中継システム: 60a

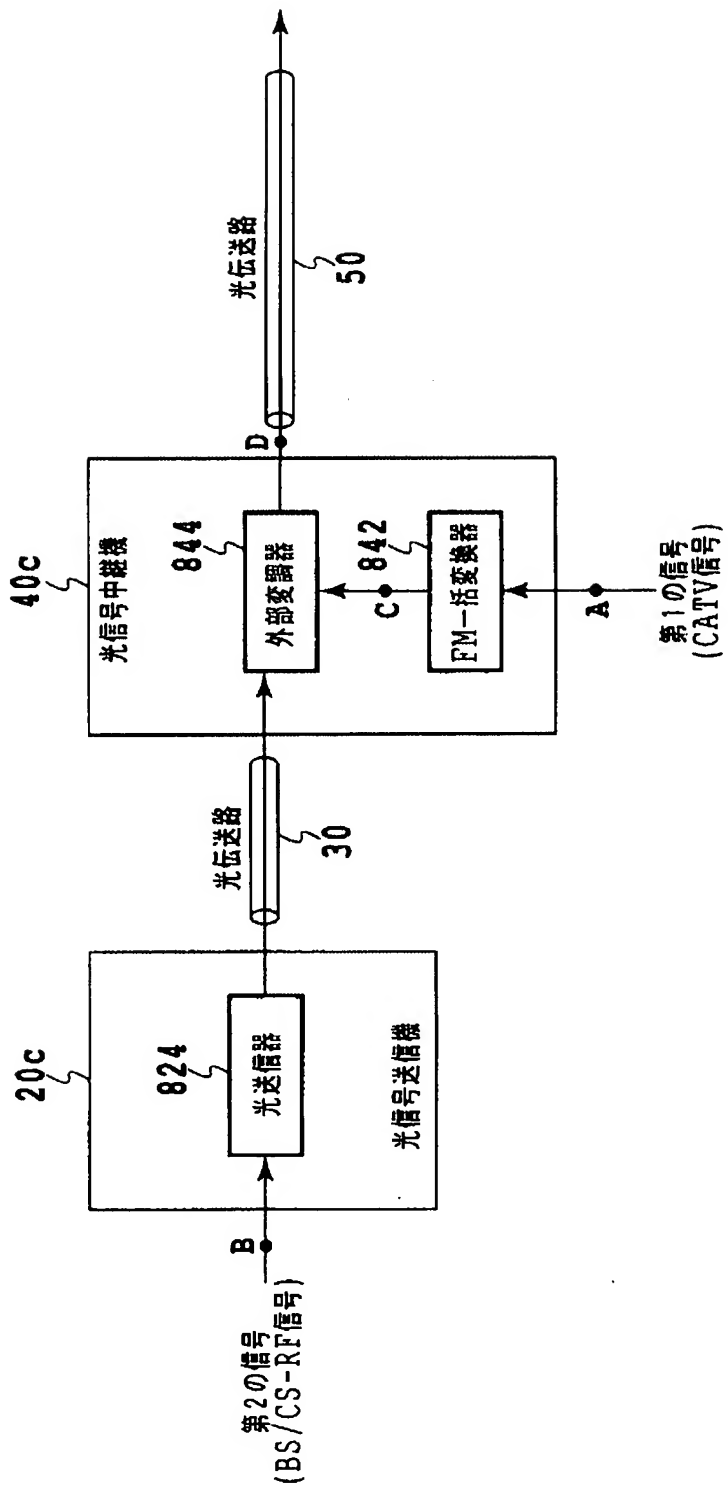


【図13】

光信号中継システム: 60b



光信号中継システム:60c



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 F M一括変換されたF M一括変換信号と、その他の信号を同一光ファイバ伝送路上で伝送する装置、システムおよび方法を提供すること。

【解決手段】 C A T V信号（90～770MHz）などの第1の信号をF M一括変換し、このF M一括変換信号（0～6GHz）とB S／C S衛星放送のR F信号（11.7～12.8GHz）などの第2の信号とを周波数多重し、光信号として光ファイバを介して伝送する。光ファイバを介して伝送された光信号は、P Dなどの単一の受光素子で光電気変換され、プリアンプを経てフィルタなどにより周波数分離される。周波数分離されたF M一括変換信号は、F M復調されて第1の信号に復元され、周波数分離された第2の信号は、B S／C SコンバータによりI F信号（1030～2070MHz）に変換される。F M一括変換信号の中心周波数を適切に設定することにより、スプリアス妨害の影響を最小化することができる。

【選択図】 図2

出願人履歴

0 0 0 0 0 4 2 2 6

19990715

住所変更

5 9 1 0 2 9 2 8 6

東京都千代田区大手町二丁目3番1号

日本電信電話株式会社